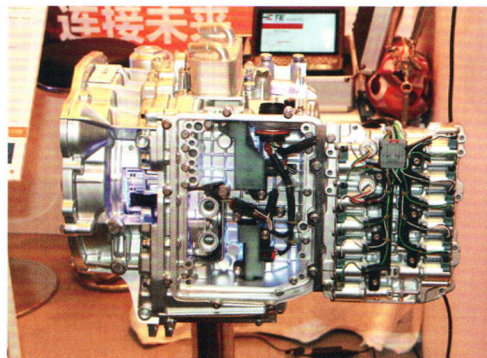


DCT360双离合变速器 故障诊断

□ 上海汽车变速器有限公司技术中心/杨克军 龚海

本文结合DCT360批产后的变速器故障诊断和分析的经验，梳理变速器诊断和分析的一般方法，并通过三个案例介绍如何运用现象、数据、经验和原理等信息资源对变速器故障进行诊断和分析。



本文结合DCT360批产后的变速器故障诊断和分析的经验，梳理变速器诊断和分析的一般方法，并通过三个案例介绍如何运用现象、数据、经验和原理等信息资源对变速器故障进行诊断和分析。

变速器故障综合诊断

故障综合诊断是指运用多种知识和方法综合地分析复杂的变速器问题，并得出一定的结论，为后续的质量分析工作提供指导。一般而言，复杂的变速器问题都需要结合多方面资源进行综合分析和判断，信息量很大，如果不进行有效地梳理和辨别，就无法建立有效的逻辑关系，很容易迷失方向或得出错误的诊断结论。

如图1所示，故障综合诊断的基本思想是立足于客观事实，根据经验和失效机理进行合理的假设，

然后通过一定的方法进行验证，最终得出一定的结论。在这个过程中，假设务必要具体，如果有多种假设，那么假设之间应可以明确区分，以免导致分析过程混乱；验证过程要尽可能客观全面，不可以臆测，机械方式的验证比电子方式更加可靠和直观。诊断的结论需要详细和准确，在条件允许的情况下，结论要尽可能具体。

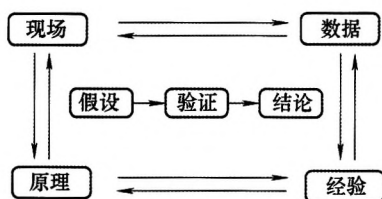


图1 综合诊断要素

在综合诊断过程中，需要始终关注图1所示的四个要素，不仅要能够区别这四个要素之间的差异，同时也要搞清楚四个要素之间的关

联和各自的作用。

案例一

故障现象：维修站反馈车辆D挡大油门起步冲击，高档位行驶无异常，有P1877历史故障码（1挡上挡失败），无当前故障码。现场试车发现，车辆在D挡起步后，加大油门会出现明显冲击，冲击后发动机转速飘高，动力消失。在试车中得出规律见表1。

表 1

工况	工况描述
D挡起步	D挡起步后冲击，大油门冲击明显，小油门无异常；3456挡无异常，R挡无异常
W挡起步	W挡起步无异常，各档位行驶无异常
R挡起步	R挡行驶无异常

从试车的结果来看，车辆不是起步冲击（维修站反馈信息不准确），而是起步后加速冲击，并

且冲击产生在1挡或者1→2挡过程中,但是该现象还不足以分析出冲击产生的具体原因,因此需要进行数据采集。

从试车现象来看,车辆冲击只出现在中大油门时,所以需要首先关注踏板行程信号和变速器输出转速信号。在车辆出现冲击时,输出转速信号(直接反应车辆速度,但是精度更高)出现了明显的振荡,维持一定油门车速不再增加,动力丢失,同时发动机转速升高,数据表现与故障现象一致(见图2)。

接下来就需要检查所有变速器传感器和电磁阀信号是否正常。经确认,离合器压力传感器的信号没有明显异常,但1/3挡同步器拨叉位置信号在故障时突然回到中位,这与手动变速器加速脱挡模式基本一致,并且能够解释冲击如何产生。

由此可以明确,故障是一挡加速脱挡导致。作为一般的整车故障确认已经足够,但是对于综合诊断而言还不够深入。在试车时,大油门下冲击发生的几率几乎是100%,同步器尺寸超差等常规质量问题导致的脱挡几乎不可能达到如此高的频率,根据以往经验需要对其他可能因素进行排查。通过检查换挡控制电磁阀电流信号和TCU换挡信号指令,均未发现异常,基本排除了由于电控或液压问题导致的脱挡。所以可以得出结论:故障是由于1挡加速脱挡导致,后续分析应优先观察同步器是否存在重大缺陷。

在质量分析过程中,拆解发现1挡齿轮结合齿焊接反向,结合梅角朝向齿轮面,如图3a所示,如齿轮的结合齿焊接反向,会对同步器结合过程中的结合齿拨正阶段产生

影响。由于没有结合齿梅角导向作用,当同步换释放后,齿套梅角可能顶住结合齿,导致挂挡异常,这也是报P1877故障码的直接原因。如图3b所示,同步器正常工作时,齿套与结合齿通过倒锥锁止,转矩越大,结合齿和齿套结合力越大;如图3c所示,当结合齿焊接反向时,齿套与结合齿的锁止力方向刚好相反,并且转矩越大,这个向外的力越大。所以,结合齿焊接反向,在大转矩下脱挡是必然的。

案例二

故障现象:零公里抱怨一台车在四轮定位后无法行驶,车辆能够正常发动,但是任何挡位都无法行驶,无故障码。

现场检测发现,车辆发动无异常,但无论换挡手柄处于什么挡位都无法启动,与反馈信息一致。数据采集时发现,换挡信号可以正常发出和接受,发动机转速和TCU接收到的发动机转速正常,压力传感器信号均为1bar(1bar=105Pa),转速传感器信号为0。为了确保采集设备连接可靠,采取推车的方法进行验证。在推动车辆后,变速器各转速传感器有小数字转速输出,转速与车速信号相对应,基本可以确认变速器各传感器信号和设备连接正常。

分析到这里,可以猜想故障是由于发动机动力没能输入到变速器导致,但是有两点需要验证:其一是何这样明显的缺陷没有故障码,其二是如何准确验证变速器内部确实没有动力输入。对此,首先咨询了变速器控制工程师,从软件上确认了目前变速器软件确实没有

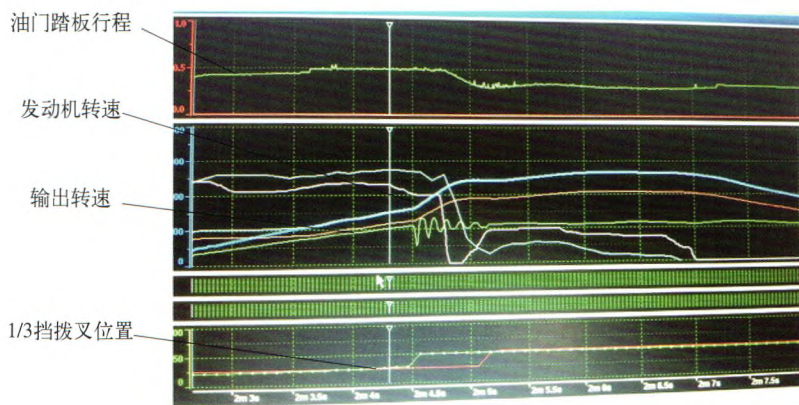


图2 加速冲击采集数据

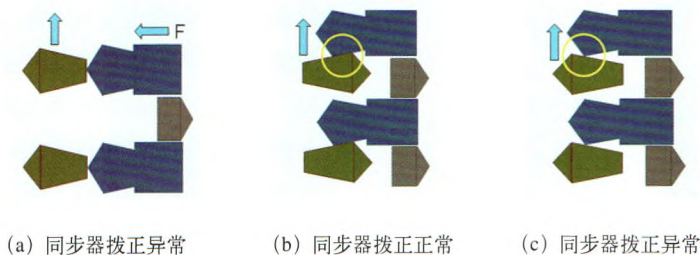


图3 同步器拨正类型

识别这种失效的功能。再通过电控诊断设备手动驱动相关电磁阀进行离合器结合和拨叉换挡动作,发现无论电流设定多大都不会有动作产生。

为了进一步排除电子元件失效和通讯问题的影响,确认动力确实没有正常传递,还进行了物理验证

(因为这是一起零公里问题,所以有很多相同的车可供对比分析)。将两款相同的车放到举升台上,怠速发动,发现故障车变速器振动较为轻微,与正常车有些差异(如果有NVH设备,此时可以进行更加准确的数据采集和对比)。另外,正常情况下,离合器驱动的液压油泵在怠速时都会有压力速出,所以通过变速器油冷却管在发动机运转和不运转时冷却管硬度变化判断。用手握住变速器外接油冷却管,发动机发动后油冷却管无明显变化,至此可以确认发动机动力未能输入到离合器本体。

那么,发动机动力在哪里出现了问题呢?如图4发动机与变速器动力传递简图所示,发动机动力通过飞轮连接板输入到双离合输入轴,输入轴通过转矩减振器输入到离合器本体。从现场检测的情况来看,发动机飞轮转速正常,而离合器本体(图示离合器转速传感器位置处)已经没有转速。

因此可以做以下验证和推断:

(1) 将飞轮连接处的护板拆除,观察到飞轮连接板螺栓正常,排除发动机和变速器连接问题。

(2) 飞轮连接板和离合器输入轴通过花键连接,如果此处连接失效,必将伴随严重异响,因此可以排除。

(3) 转矩减振器内有多个滑块与弹簧,其结构如果失效,也必然伴随异响,因此也可以排除。

(4) 飞轮连接板叶片和花键法兰、离合器输入轴与减振器驱动盘都通过焊接连接,有可能存在脱焊情况。

(5) 变速器从整车上拆下时,发现飞轮连接板并无损坏,可以确认失效来源于离合器输入轴毂焊接失效。

结论:故障是由于离合器输入轴毂焊接失效,在后续拆解分析时重点关注。

案例三

故障现象:客户车辆在城市路况下行驶约1960km,变速器发生故障,动力性能下降,维修站检测有故障码P0846(偶数离合器压力超出范围)、P0811(离合器滑摩量过大)和P1852(离合器温度过高)。

对于P0846故障,曾经有过因压力传感器质量问题而导致的输出压力信号与计算值超差的先例,首

先验证是否为压力传感器问题。研究后发现,该故障的失效现象与压力传感器故障不完全一致。压力传感器故障只是传感器的内部处理信号出现问题,而实际压力并没有产生偏差,所以车辆虽然报故障码,但是车辆行驶不会存在较大问题。另外,该故障还报了离合器滑摩量过大和离合器温度过高,因此,怀疑是实际压力出了问题。

离合器滑摩量过大是指在离合器接合过程中,当压力达到一定值后,离合器主动盘和从动盘相对转速超出设定范围。其中主动盘和从动盘的转速都是有转速传感器测得,如果离合器压力过低,会导致离合器摩擦片压紧力变小,离合器摩擦片易产生异常相对滑动。离合器温度是变速器在一定参数基础上的计算值,这个计算模型包括了离合器压力、离合器摩擦片相对转速以及离合器冷却液的流量和温度,如果离合器压力在特定电流下不足而产生滑摩,那么离合器计算热量将会增大,从而导致离合器计算温度超出范围。

从以上现象、数据和控制原理方面分析,该失效可能是由实际压力不足导致。

验证如下:在DCT变速器控制环节中有一个非常关键的量,叫做Touch Point点(简称TP点),该数值是离合器摩擦片刚好结合传递转矩时的电磁阀电流标定量。该电流值可以在离合器自学习时从新刷写,并且这个值是电磁阀电流和离合器传递转矩来直接标定的,不涉及传感器压力读数问题,所以通过离合器自学习来看TP点的变化,可以区分是实际压力不足还是传感器

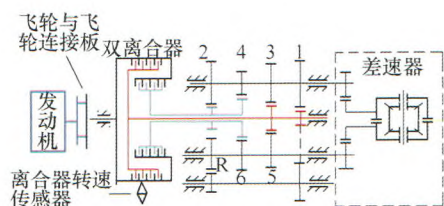


图4 DCT360变速器传动系统简图

信号异常。

表2是原始TP点和自学习后的TP点数据，从数据可以看出奇数离合器自学习前后TP点变化不大，而偶数离合器TP点有较大偏差，所以可以断定故障是由于实际压力不足导致。

表2 TP点自学习数据

	自学习前	自学习后
奇数TP点	0.333A	0.334A
偶数TP点	0.345A	0.425A

对于综合诊断来讲，到这一步已经是比较完善了，但是还可以更加深入一步分析，为后续质量分析提供指导。实际压力不足可以存在两个方面的因素：一是由于油路电磁阀压力调节不准确，二是因为油路问题导致的泄漏。从奇数离合器的正常表现来看，基本排除了主油

路压力问题，并且从数据上看，偶数离合器压力控制电磁阀电流信号无异常，所以可以判定是油路泄漏导致的。

对于这种压力轻微泄漏（而不是严重泄漏或无法建立），多数是由于油路中产生了较小的泄漏缝隙或裂纹，由于DCT360液压油路压力较低，并且该车行驶公里数较短，所以阀体和变速器壳体产生裂纹或空洞的可能性较小。从经验来看，台架校验曾经发生过由于清洁度问题导致的离合器密封环泄漏过大、离合器压力建立不足的故障，并且该离合器为断点前零件。

对此，基本可以给出结论：故障是由于实际压力建立不足导致，拆解分析时重点关注离合器偶数密封环槽的清洁度状况和密封环状

况。图5是质量分析中识别到的离合器焊渣及损坏的密封环照片。

结语

故障综合诊断是现场支持工程师所必备的能力，对工程师的综合知识和分析能力有很高的要求。当然，作为分析人员，不可能掌握所有的信息和知识，关键是要明确诊断思路和分析方法，能够根据故障表现和数据提出的合理假设，再运用现有的资源验证，逐步分解和排查，深入分析和研究，最终给出有价值的结论。 **AUTO1950**

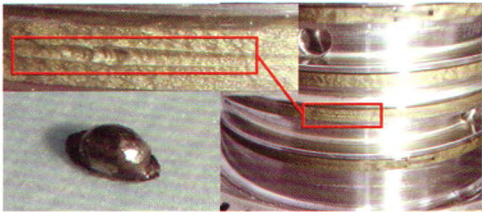


图5 离合器焊渣及损坏的密封环



杨克军
上海汽车变速器有限公司技术中心
DFMEA项目主管和PQCP产品质量问题解决系统项目主管

（上接第57页）

表3 EV样车真空度及制动距离试验结果

检测项目	工况	样车编号							备注
		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	
真空助力器真空度/kPa	空载	下限-45 上限-70							设计值下限-50, 上限-70
	判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	考虑到真空助力系统的单向阀及效率损失，实测值与设计值基本一致。
制动距离/m	空载	12.9	10.7	11.8	11.7	11.8	10.4	11.4	GB7258要求 ≤19.0m
	满载	11.3	10.8	12.3	10.4	11.0	10.5	11.4	GB7258要求 ≤20.0m
	判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	满足GB要求

结语

影响整车制动能力的因素有诸多方面，本文通过理论分析与试验验证相结合，确认到EV样车真空度下限值偏低是导致制动距离偏长的主要原因，并重新设定了电动真空泵的真空度范围。该项对策方案有效可行，解决了整车制动距离偏长的问题。针对真空度分析所采用的理论分析和试验验证的思路及方法为今后类似的电动真空助力系统的设计开发提供了一定的参考作用。 **AUTO1950**